


# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

REC'D 11 JAN 2007

(Kapitel II des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens)

|  |   |  |
|--|---|--|
| Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts<br>P 475 PCT   | <b>WEITERES VORGEHEN</b><br>siehe Formblatt PCT/PEA/416                       |  |
| Internationales Aktenzeichen<br>PCT/DE2005/001263  | Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)<br>18.07.2005                   | Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)<br>19.07.2004 |
| Internationale Patentklassifikation (IPC) oder nationale Klassifikation und IPC<br>INV. G01N27/90 G01N22/02  |   |  |
| Anmelder<br>PRÜFTECHNIK DIETER BUSCH AG et al.   |   |  |
| <p>1. Bei diesem Bericht handelt es sich um den internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, der von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde nach Artikel 35 erstellt wurde und dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt wird.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p>3. Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; diese umfassen</p> <p>a. <input checked="" type="checkbox"/> (an den Anmelder und das Internationale Büro gesandt) insgesamt 2 Blätter; dabei handelt es sich um</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Blätter mit der Beschreibung, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit Berichtigungen, denen die Behörde zugestimmt hat (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsvorschriften).</p> <p><input type="checkbox"/> Blätter, die frühere Blätter ersetzen, die aber aus den in Feld Nr. 1, Punkt 4 und im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde eine Änderung enthalten, die über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgeht.</p> <p>b. <input type="checkbox"/> (nur an das Internationale Büro gesandt) insgesamt (bitte Art und Anzahl der/des elektronischen Datenträger(s) angeben), der/die ein Sequenzprotokoll und/oder die dazugehörigen Tabellen enthält/enthalten, nur in elektronischer Form, wie im Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll angegeben (siehe Abschnitt 802 der Verwaltungsvorschriften).</p> |   |  |
| <p>4. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. I Grundlage des Berichts</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. II Priorität</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung</p>   |   |  |
| Datum der Einreichung des Antrags<br><br>05.01.2006  | Datum der Fertigstellung dieses Berichts<br><br>09.01.2007                    |  |
| Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde<br><br> Europäisches Patentamt<br>D-80298 München<br>Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d<br>Fax: +49 89 2399 - 4465  | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Meyer, Fred<br><br>Tel. +49 89 2399-2233 |  |



# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2005/001263

## Feld Nr. I Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Sprache** beruht der Bescheid auf

- ☒ der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde.
- ☐ einer Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für folgenden Zweck eingereicht worden ist:
  - ☐ internationale Recherche (nach Regeln 12.3 a) und 23.1 b))
  - ☐ Veröffentlichung der internationalen Anmeldung (nach Regel 12.4 a))
  - ☐ internationale vorläufige Prüfung (nach Regeln 55.2 a) und/oder 55.3 a))

2. Hinsichtlich der **Bestandteile**\* der internationalen Anmeldung beruht der Bericht auf *(Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt)*:

### Beschreibung, Seiten

2-10, 12

in der ursprünglich eingereichten Fassung

1, 11

eingegangen am 18.05.2006 mit Schreiben vom 16.05.2006

### Ansprüche, Nr.

1-33

in der ursprünglich eingereichten Fassung

### Zeichnungen, Blätter

1/2, 2/2

in der ursprünglich eingereichten Fassung

☐ einem Sequenzprotokoll und/oder etwaigen dazugehörigen Tabellen - siehe Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll

3. ☐ Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung: Seite
- ☐ Ansprüche: Nr.
- ☐ Zeichnungen: Blatt/Abb.
- ☐ Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
- ☐ etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

4. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der diesem Bericht beigelegten und nachstehend aufgelisteten Änderungen erstellt worden, da diese aus den im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2 c)).

- ☐ Beschreibung: Seite
- ☐ Ansprüche: Nr.
- ☐ Zeichnungen: Blatt/Abb.
- ☐ Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
- ☐ etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

\* Wenn Punkt 4 zutrifft, können einige oder alle dieser Blätter mit der Bemerkung "ersetzt" versehen werden.

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2005/001263

---

**Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35 (2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

---

## 1. Feststellung

|                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Neuheit (N)                    | Ja: Ansprüche 1-33  |
|                                | Nein: Ansprüche     |
| Erfinderische Tätigkeit (IS)   | Ja: Ansprüche 1-33  |
|                                | Nein: Ansprüche     |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) | Ja: Ansprüche: 1-33 |
|                                | Nein: Ansprüche:    |

## 2. Unterlagen und Erklärungen (Regel 70.7):

**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt V.**

1. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: US 5 175 498 (in der Anmeldung zitiert)

D2: US 4 445 088 (in der Anmeldung zitiert)

D3: EP 1 189 058 A2

D4: US 5 424 640

2.1. Das Dokument **D1**, wird als nächstliegender Stand der Technik angesehen. Es offenbart ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zur zerstörungs- und berührungsfreien Erfassung von Fehlern mittels Wirbelströmen in einem relativ zu einer durch eine Wirkbreite (WB) charakterisierten Sonde mit einer Geschwindigkeit (v) bewegten Prüfling. Das von der Sonde aufgenommene Messsignal wird mittels eines triggerbaren A/D-Wandlers digitalisiert und anschließend in digitaler Form einer Demodulation mittels FFT unterzogen. Das Triggern des A/D-Wandlers, d.h. die Abtastrate, wird von einer Einrichtung zum Erfassen der Relativgeschwindigkeit des Prüflings gesteuert, um so von einer Rückwärtsbewegung des Prüflings resultierende Fehler bei der Signalauswertung zu vermeiden.

2.2. Der Gegenstand des **Anspruchs 25** (analog der Gegenstand des **Anspruchs 1**) unterscheidet sich von besagter Vorrichtung (besagtem Verfahren) der D1 dadurch, dass der triggerbare A/D-Wandler zur Bildung eines demodulierten digitalen Messsignales ausgebildet ist, mit einer Ansteuereinrichtung zum Triggern der A/D-Wandlerstufe mit einem n-ten, ganzzahligen Bruchteil (d.h.  $n=1,2,3,\dots$ ) der Frequenz der Trägerschwingung, wobei n in Abhängigkeit von der Fehlerfrequenz, die sich als Quotient aus der Relativgeschwindigkeit zwischen Prüfling und Sonde und der Wirkbreite (WB) ergibt, gewählt wird.

Der Gegenstand der **Ansprüche 1 und 25** ist somit neu (Artikel 33(2) PCT).

2.3. Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, eine besagte Vorrichtung (bzw. ein besagtes Verfahren) zu schaffen, mit der bei deutlich vereinfachtem apparativem Aufwand eine Rauschunterdrückung erreicht

wird.

Durch das spezifische "Unterabtasten" (subsampling, undersampling) der vorliegenden Erfindung ( $n=1,2,3, \dots$  bedeutet, dass der A/D-Wandler nur einmal alle  $1,2,3, \dots$  Perioden der Trägerschwingung getriggert wird) benötigt man keine schnellen und damit aufwendigen A/D-Wandler und kann gleichzeitig "weißes Rauschen" (random noise) unterdrücken.

- 2.4. Keines der zur Verfügung stehenden Dokumente offenbart oder legt diese Lösung auch nur ansatzweise nahe:

In der **D1** wird der A/D-Wandler immer dann getriggert, wenn der Prüfling eine vorgegebene Wegstrecke in der "richtigen" Richtung zurückgelegt hat. Weder ein periodisches Triggern noch ein Zusammenhang mit der Trägerfrequenz wird in irgendeiner Form angedeutet.

Die **D2** beschreibt ein Magnetstreuluss-Messverfahren, wobei das von der Sonde erfasste Messsignal nach Durchlaufen eines Bandpassfilters mittels eines triggerbaren A/D-Wandlers digitalisiert wird. Die Triggerung wird, abhängig von der Vorschubgeschwindigkeit des Prüflings, so gesteuert, dass eine von der Prüflingsgeschwindigkeit unabhängige vorgegebene Messgenauigkeit erzielt wird.

Die **D3** offenbart ein gattungsgemäßes Wirbelstromverfahren (und entsprechende Vorrichtung), wobei das Messsignal analog demoduliert und anschließend einer Auswertung unterzogen wird, um Fehler in dem Prüfling zu erkennen. Eine Digitalisierung erfolgt dabei üblicherweise erst nach der Demodulation des Messsignals.

Die **D4** beschäftigt sich ebenfalls mit Wirbelstromverfahren und weist (im Rahmen der Diskussion des Standes der Technik) auf die Möglichkeit des "undersampling" hin zum Zwecke der Rauschunterdrückung (siehe Sp.3 Z.26-35). Dies wird jedoch nicht weiter ausgeführt, d.h. auch hier wird wiederum die spezifische Abhängigkeit der Abtastrate von der Frequenz der Trägerschwingung nicht offenbart.

Der Gegenstand der **Ansprüche 1 und 25** beruht somit auf einer erfinderischen Tätigkeit (Artikel 33(3) PCT).

- 2.5. Die **Ansprüche 2-24 bzw. 26-33** sind von den Ansprüchen 1 bzw. 25 abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in Bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.



## Verfahren und Vorrichtung zur zerstörungs- und berührungsfreien Erfassung von Fehlern in einem relativ zu einer Sonde bewegten Prüfling

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur zerstörungs- und berührungsfreien Erfassung von Fehlern, insbesondere mittels Wirbelströmen, in einem relativ zu einer durch eine Wirkbreite charakterisierten Sonde bewegten Prüfling.

Ein übliches Messverfahren zur zerstörungs- und berührungsfreien Erfassung von Fehlern in einem Prüfling, insbesondere metallischem Halbzeug, ist das Induzieren und Messen von Wirbelströmen in dem Prüfling. Dabei wird der Prüfling mittels einer sinusförmig bestromten Sendespule mit periodischen elektromagnetischen Wechselfeldern beaufschlagt. Die dadurch in dem Prüfling induzierten Wirbelströme induzieren wiederum in einer als Sonde verwendeten Spulenanordnung, die eine einzelne Spule („Absolutspule“) oder zwei subtraktiv geschaltete Spulen „(Differenzspule“) aufweisen kann, ein periodisches elektrisches Signal, das eine Trägerschwingung entsprechend der Senderträgerfrequenz aufweist, deren Amplitude und/oder Phase durch einen Fehler in dem Prüfling in charakteristischer Weise moduliert wird, wenn ein Fehler in den empfindlichen Bereich der Sonde, d.h. in die Wirkbreite der Sonde, gelangt. Üblicherweise wird zum Abtasten des Prüflings der Prüfling linear bezüglich der Sonde bewegt, wobei jedoch auch Anordnungen mit rotierender Sonde bekannt sind. Das von der Sonde erfasste Signal wird üblicherweise analog demoduliert, z.B. mittels Synchrondemodulation, und anschließend einer Auswertung unterzogen, um Fehler in dem Prüfling zu erkennen. Eine Digitalisierung des Signals erfolgt dabei üblicherweise erst für die Auswertung und Darstellung des Fehlersignals, d.h. nach der Demodulation des Spulensignals. Ein Beispiel für ein solches Verfahren ist in der DE 40 03 330 A1 zu finden.

Solche Wirbelstrommessverfahren sind aufgrund des für die analoge Demodulation erforderlichen Aufwands relativ aufwendig und kostspielig. Ferner ist zu berücksichtigen, dass üblicherweise für unterschiedliche Relativ-Geschwindigkeiten des Prüflings zur Sonde, d.h. bei unterschiedlichen Ausstoss- bzw. Testgeschwindigkeiten, unterschiedliche Filtersätze für das demodulierte Signal erforderlich sind, was bei variabler Prüflinggeschwindigkeit einen zusätzlichen Aufwand mit sich bringt.

In der US 5,175,498 ist ein Wirbelstrommessverfahren beschrieben, bei welchem bereits das von der Spulensonde aufgenommene Messsignal mittels eines triggerbaren A/D-Wandlers digitalisiert und anschließend in digitaler Form einer Demodulation mittels Fouriertransformation unterzogen wird. Das Triggern des A/D-Wandlers, d.h. die Abtastrate,

Da in allen Fällen jedoch je A/D-Wandler 32, 34 höchstens einmal pro Vollwelle abgetastet wird, wird durch diese Unterabtastung die Frequenz der Trägerschwingung, d.h. die Trägerfrequenz, aus dem digitalen Signal eliminiert, d.h. mittels der Unterabtastung erfolgt eine Demodulation des analogen Sondensignals.

- 5 Vorzugsweise wird  $n$  so gewählt, dass in dem Zeitintervall, in welchem ein nennenswertes Fehlersignal beobachtet wird, d.h. in dem Zeitintervall, in welchem sich ein Punkt des Fehlers 15 durch die Wirkbreite WB der Empfangsspule 14 bewegt, d.h. in dem Zeitintervall, das im wesentlichen dem Inversen der Fehlerfrequenz entspricht, mindestens 5, vorzugsweise mindestens 20, Abtastungen durch jeden A/D-Wandler 32 bzw. 34 vorgenommen werden, um 10 die in dem Fehlersignal enthaltene Information noch in einer für eine sichere Fehlererkennung ausreichenden Weise zu erhalten. In der Regel werden jedoch nicht mehr als 50, höchstens 100, Abtastungen während eines solchen Zeitintervalls erforderlich sein.

Die Frequenz der Trägerschwingung sollte so gewählt werden, dass sie mindestens das Zehnfache der Fehlerfrequenz beträgt, da ansonsten das Fehlersignal von zu wenig 15 Vollwellen der Trägerschwingung getragen wird und die Reproduzierbarkeit des Fehlers problematisch wird..

- Das demodulierte digitale zweikanalige Ausgangssignal der A/D-Wandlerstufe 35 durchläuft einen digitalen Bandpass 52, der von dem Signalprozessor 40 dargestellt werden kann und der dazu dient, Störsignale, die außerhalb der Bandbreite des Fehlersignals liegen, auszublenden. 20 Zu diesem Zweck wird die Eckfrequenz des Hochpasses vorzugsweise so gewählt, dass sie weniger als ein Viertel der Fehlerfrequenz beträgt, während die Eckfrequenz des Tiefpasses vorzugsweise so gewählt wird, dass sie mindestens das Zweifache der Fehlerfrequenz beträgt, um das Ausblenden von Signalanteilen, die noch Information bezüglich des Fehlers enthalten, zu vermeiden.

- 25 Der digitale Bandpass 52 wird mit der Abtastrate der A/D-Wandlerstufe 35, d.h. der Triggerrate, getaktet, was den großen Vorteil beinhaltet, dass die Eckfrequenzen des Bandpasses bei Änderung der Fehlerfrequenz, d.h. bei Änderung der